

PCT

ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE
Bureau international

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS. (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : H05H 1/34, B23K 10/00	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 99/53734 (43) Date de publication internationale: 21 octobre 1999 (21.10.99)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR99/00791</p> <p>(22) Date de dépôt international: 6 avril 1999 (06.04.99)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 98/04468 9 avril 1998 (09.04.98) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): LA SOUDURE AUTOGENE FRANCAISE [FR/FR]; 75, quai d'Orsay, F-75007 Paris (FR).</p> <p>(72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): DELZENNE, Michel [FR/FR]; 3, résidence Colline Saint-Marc, F-95130 Franconville (FR). AUGERAUD, Régis [FR/FR]; 11, rue Robert Schumann, F-95300 Pontoise (FR). SALASSA, Eric [FR/FR]; 12, rue de la Croix Verte, F-95130 Franconville (FR).</p> <p>(74) Mandataire: L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE; 75, quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Publiée Avec rapport de recherche internationale.</p>	

(54) Title: TORCH AND METHOD FOR ELECTRIC ARC WELDING AND CUTTING

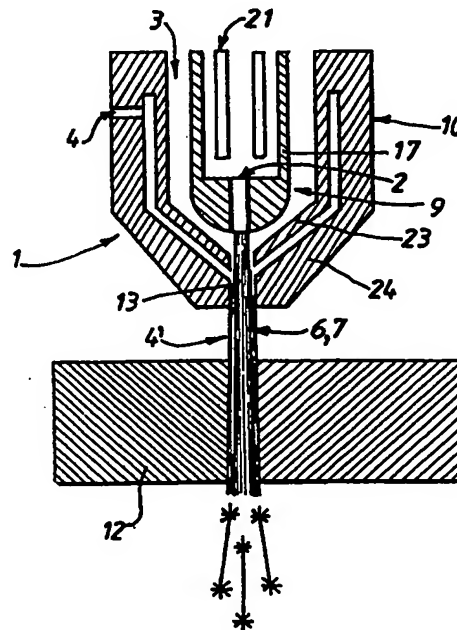
(54) Titre: TORCHE ET PROCÉDE DE COUPAGE OU SOUDAGE A L'ARC ELECTRIQUE

(57) Abstract

The invention concerns a method for electric arc processing using a torch comprising a tungsten electrode and a main nozzle equipped with a main gas outlet orifice, which consists in: supplying said torch with at least a non-oxidizing gas, said non-oxidizing gas coming into direct contact with at least part of the tungsten electrode; forming at least one main non-oxidizing gas jet containing at least part of said non-oxidizing gas in ionized state and the electric arc, said main non-oxidizing gas jet coming out through said main nozzle main orifice; supplying, downstream of said main nozzle main outlet, said main non-oxidizing gas jet with at least an oxidizing gas flux, so as to obtain a total gas jet containing an at least partial mixture of said non-oxidizing gas and said oxidizing gas.

(57) Abrégé

Procédé de travail à l'arc électrique mettant en oeuvre une torche comprenant une électrode en tungstène et une tuyère principale munie d'un orifice principal de sortie de gaz, dans lequel: on alimente ladite torche avec au moins un gaz non-oxydant, ledit gaz non-oxydant venant au contact direct d'au moins une partie de l'électrode en tungstène; on forme au moins un jet principal de gaz non-oxydant contenant au moins une partie dudit gaz non-oxydant à l'état ionisé et l'arc électrique, ledit jet principal de gaz non-oxydant sortant par ledit orifice principal de ladite tuyère principale; on alimente, en aval de l'orifice principal de sortie de ladite tuyère principale, ledit jet principal de gaz non-oxydant avec au moins un flux d'au moins un gaz oxydant, de manière à obtenir un jet total de gaz contenant un mélange au moins partiel dudit gaz non-oxydant et dudit gaz oxydant.



UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brazil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroon	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

5 TORCHE ET PROCEDE DE COUPAGE OU SOUDAGE A L'ARC ELECTRIQUE

10 La présente invention concerne une torche et un procédé de travail à l'arc électrique, en particulier un procédé de coupage plasma, mettant en oeuvre, d'une part, une électrode en tungstène et, d'autre part, un gaz plasmagène non-oxydant et un gaz plasmagène oxydant.

15 Le coupage à l'arc plasma des tôles et autres structures métalliques est une technique largement répandue dans l'industrie.

En général, un dispositif de coupage à l'arc plasma comprend une source électrique à courant continu, laquelle est connectée, d'une part, à une torche de coupage plasma et, d'autre part, à la pièce à découper; le pôle négatif de la source de courant étant relié à l'électrode de la torche à plasma, encore appelée cathode, et le pôle positif de ladite source de courant étant relié à la pièce à découper, laquelle fait office d'anode.

L'établissement d'un arc électrique entre l'électrode de la torche à plasma et la pièce à découper se fait notamment par le biais d'un gaz plasmagène qui subit une ionisation au moins à l'intérieur de la torche à plasma et, plus précisément, au moins dans l'espace séparant la tuyère de l'électrode équipant ladite torche.

L'ionisation du gaz plasmagène étant ensuite poursuivie dans le jet ou colonne de gaz plasmagène sortant par l'orifice de la tuyère de la torche à plasma; ledit jet de gaz assurant aussi le transfert de l'arc

électrique à la pièce en métal à découper. On parle alors de procédé à arc plasma transféré.

En général, pour former la saignée et obtenir le profil de coupe désiré, il est d'usage de maintenir la
5 torche à plasma, lors de son fonctionnement à une distance sensiblement constante de la pièce à découper et de déplacer ladite torche par rapport à ladite pièce à découper à une vitesse également sensiblement constante.

Actuellement, il existe deux types principaux de
10 torches à plasma à arc transféré susceptibles d'être utilisés dans un procédé de coupage plasma, à savoir les torches mono-gaz ou mono-flux, et les torches bi-gaz ou double-flux.

Plus précisément, une torche mono-gaz met en oeuvre
15 un flux unique de gaz plasmagène, destiné à permettre l'établissement d'un arc électrique entre l'électrode et la pièce à découper, à assurer la stabilisation de la racine d'arc sur l'électrode et à engendrer le processus de découpe de la pièce à découper par effets thermique,
20 cinétique et/ou chimique conjugués au jet plasmagène proprement dit.

Dans ce cas, la qualité de la découpe obtenue est principalement fonction du choix du gaz plasmagène utilisé compte tenu de la nature du matériau à découper,
25 du mode de distribution dudit gaz dans la chambre plasmagène, ainsi que d'autres paramètres conditionnant la géométrie du jet de gaz plasma, telle sa vitesse d'écoulement et la répartition des zones de température.

Une torche mono-gaz est notamment décrite dans le
30 document US-A-4977305.

Par ailleurs, le principe de fonctionnement d'une torche bi-gaz ou double-flux est identique à celui d'une torche mono-gaz, mais comprend habituellement, en outre, un ou plusieurs circuits de gaz supplémentaires
35 permettant de distribuer au moins un second gaz, en

général, périphériquement au jet de plasma sortant de la tuyère.

Bien que ce gaz supplémentaire produise des effets cinétiques et chimiques additionnels permettant, dans certaines applications, d'améliorer la qualité des découpes, ce gaz supplémentaire ne participe pas ou peu à la formation du jet de plasma, de par une ionisation très faible, voire quasi nulle.

Dans certains cas, l'addition d'un gaz supplémentaire périphériquement au jet de plasma engendre une action thermique de stabilisation de la veine centrale dudit jet de plasma par refroidissement de la couche périphérique externe de celui-ci et concentration de l'énergie dans l'âme du jet de plasma.

Des torches à plasma semblables sont notamment décrites par les documents US-A-3575568 et US-A-5558786.

De manière générale, ces deux types de torches à plasma, à savoir mono ou bi-gaz, sont utilisés avec des gaz plasmagène aussi bien de type oxydant que de type non-oxydant.

Cependant, dans tous les cas, il convient de veiller à une compatibilité correcte du gaz plasmagène avec la nature du métal constituant l'électrode de la torche.

Ainsi, lorsque la torche est utilisée pour mettre en oeuvre un gaz non-oxydant, tel de l'azote ou un mélange argon/hydrogène, azote/hydrogène ou azote/argon/hydrogène, on utilise habituellement une électrode en tungstène.

Une telle association électrode en tungstène/gaz non-oxydant permet d'obtenir une durée de vie accrue de ladite électrode.

Les torches à plasma mettant en oeuvre un flux gazeux non-oxydant sont classiquement utilisées pour découper les aciers inoxydables et les alliages légers.

En outre, lorsque la torche est une torche bi-gaz, le deuxième gaz peut être de la même famille que le gaz

plasmagène ou un gaz différent, tel notamment le dioxyde de carbone ou un hydrocarbure, gaz neutre ou mélange gaz neutre, un gaz actif.

5 A l'inverse, pour les torches à gaz oxydant, des électrodes en tungstène sont à proscrire à cause de leur détérioration rapide en présence du gaz oxydant.

En effet, la présence d'oxygène dans le gaz entraîne la formation d'un oxyde à bas point de sublimation sur l'électrode en tungstène et engendre une destruction
10 accélérée de celle-ci.

De là, il est d'usage d'utiliser avec ce type de torche une électrode en zirconium ou en hafnium, qui présente un comportement nettement plus satisfaisant en présence d'oxygène que les électrodes en tungstène.

15 Cependant, il n'en demeure pas moins que la durée de vie d'une électrode en zirconium ou hafnium en présence de gaz oxydant est nettement plus faible que celle d'une électrode en tungstène en présence de gaz non-oxydant, et ce, d'autant plus faible que l'intensité du courant de
20 coupe est élevée.

Ainsi, pour des intensités supérieures à 150 A, la durée de vie d'une électrode en zirconium ou en hafnium peut être d'environ 4 à 10 fois inférieure à celle d'une électrode en tungstène.

25 Or, il est connu que les gaz oxydants, plus particulièrement l'oxygène, présentent un grand intérêt pour la découpe notamment des aciers de construction car procurant des qualités et des performances de coupe sans équivalent.

30 Mais, compte tenu du problème d'usure des électrodes en zirconium et en hafnium susmentionné, les applications industrielles sont généralement limitées à des intensités inférieures ou égales à 300 A.

Dans certaines applications, un deuxième gaz, tel un
35 mélange d'azote et d'oxygène, peut être distribué à la périphérie du jet de gaz oxydant pour éviter l'aspiration

de l'air ambiant, améliorer la stabilité du pied anodique de l'arc dans la saignée en cours de formation et ainsi la qualité de coupe résultante.

En d'autres termes, il est actuellement très difficile d'assurer, avec un gaz oxydant et une électrode en hafnium, un fonctionnement d'une torche et d'un procédé de coupage plasma d'une durée supérieure ou égale à celle obtenue avec un gaz non-oxydant et une électrode en tungstène; ceci étant d'autant plus vrai que l'intensité du courant mis en oeuvre est forte.

Le but de la présente invention est donc de pallier les problèmes susmentionnés, c'est-à-dire d'obtenir, quelle que soit l'intensité du courant mis en oeuvre, une durée de fonctionnement d'une torche de travail à l'arc électrique, telle une torche de coupage plasma ou de soudage TIG, mettant en oeuvre un gaz oxydant sensiblement comparable à celle obtenue avec une torche équipée d'une électrode en tungstène et utilisant un gaz non-oxydant, et ce, en conservant ou en améliorant les performances en termes de qualité et/ou de vitesse de coupe, notamment des aciers de construction, et/ou de qualité de la soudure obtenue.

La présente invention concerne alors un procédé de travail à l'arc électrique mettant en oeuvre une torche comprenant une électrode en tungstène et une tuyère principale munie d'un orifice principal de sortie de gaz, dans lequel:

- on alimente ladite torche avec au moins un gaz non-oxydant, ledit gaz non-oxydant venant au contact direct d'au moins une partie de l'électrode en tungstène,

- on forme au moins un jet principal de gaz non-oxydant contenant au moins une partie dudit gaz non-oxydant à l'état ionisé et l'arc électrique, ledit jet principal de gaz non-oxydant sortant sous forme de jet plasmagène par l'orifice principal de ladite tuyère principale,

- on alimente, en aval de l'orifice de sortie de ladite tuyère principale, ledit jet principal de gaz non-oxydant avec au moins un flux d'au moins un gaz oxydant, de manière à obtenir un jet total de gaz contenant un mélange au moins partiel dudit gaz non-oxydant et dudit gaz oxydant.

Selon le cas, le procédé de l'invention comprend l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes:

- on ajuste les proportions dudit gaz oxydant et dudit gaz non-oxydant de manière à empêcher toute entrée de gaz oxydant dans ladite tuyère principale et/ou tout contact dudit mélange avec l'électrode en tungstène;

- on ajuste les proportions dudit gaz oxydant et dudit gaz non-oxydant, de manière à obtenir des bords de coupe de la pièce à découper sensiblement exempts de bavure;

- on ajuste les proportions de gaz oxydant et de gaz non-oxydant en agissant sur au moins un paramètre choisi parmi le site d'injection du gaz non-oxydant, le site d'injection du gaz oxydant, la pression du gaz oxydant, la pression du gaz non-oxydant, le débit du gaz oxydant et le débit du gaz non-oxydant;

- le gaz non-oxydant est choisi parmi l'azote, l'argon, l'hélium, l'hydrogène et leurs mélanges;

- le gaz oxydant est choisi parmi l'oxygène, l'air, le dioxyde de carbone, l'ozone et leurs mélanges;

- il est choisi parmi les procédés de coupage plasma, soudage plasma, marquage plasma, rechargement plasma et de projection plasma ou les procédés de soudage TIG.

L'invention concerne également une torche de travail à l'arc électrique, telle une torche de coupage plasma ou une torche de soudage TIG (Tungsten Inert Gas), comprenant:

- une électrode en tungstène,

- des moyens d'alimentation en gaz non-oxydant,
- des moyens d'alimentation en gaz oxydant,
- des moyens permettant de former un jet principal
de gaz contenant au moins le gaz non-oxydant et l'arc
5 électrique,

- une tuyère principale munie d'un orifice principal
de sortie du jet principal de gaz,

- des moyens de distribution permettant d'alimenter,
en aval de l'orifice de sortie de ladite tuyère
10 principale, l'edit jet principal de gaz non-oxydant avec
au moins un gaz oxydant, de manière à obtenir un jet
total de gaz contenant un mélange au moins partiel dudit
gaz non-oxydant et dudit gaz oxydant.

De préférence, la torche selon l'invention comporte
15 une seconde tuyère munie, elle aussi, d'un orifice de
sortie de gaz, les orifices de sortie de gaz desdites
deux tuyères étant coaxiaux.

Selon un autre aspect, l'invention concerne
également l'utilisation d'une torche à plasma selon
20 l'invention pour le coupage de l'acier ou d'un matériau
contenant du fer, tels notamment les aciers de
construction non-alliés ou faiblement alliés.

La présente invention va maintenant être décrite
plus en détail en référence aux figures annexées, données
25 à titre illustratif, mais non limitatif.

La figure 1 représente un schéma de la technique du
coupage plasma à l'arc transféré.

Plus précisément, sur cette figure 1 est
représentée, en coupe longitudinale partielle,
30 l'extrémité active d'une torche 1 de coupage plasma
comportant une électrode 2 et une tuyère 10 munie d'un
orifice principal 13 d'éjection du jet plasmagène 7.

Une source électrique 5 à courant continu et
connectée, par son pôle négatif, à l'électrode 2 ou
35 cathode de la torche 1 à plasma et, par son pôle positif,

à la pièce à couper 12 faisant office d'anode, par exemple une tôle en acier.

Un gaz 3 est introduit dans la chambre à plasma 9 séparant l'électrode 2 de la tuyère 10 de la torche 1; l'introduction du gaz pouvant être laminaire ou tourbillonnaire.

Après ionisation du gaz 3 dans la chambre à plasma 9, l'arc électrique 6 est transféré par le biais du jet de gaz plasmagène 7 ionisé entre l'électrode 2 et la pièce à couper 12, et il se forme alors une saignée 8 de découpe au sein de la pièce 12 à couper.

Les figures 2 et 3 représentent, quant à elles, des schémas analogues à celui de la figure 1, d'une torche à plasma mono-gaz et d'une torche à plasma bi-gaz, respectivement.

Ainsi, la figure 2 schématise le mode de fonctionnement d'une torche mono-gaz selon l'art antérieur, selon lequel un gaz 3 de type non-oxydant, par exemple de l'azote ou de l'argon, est utilisé en association avec une électrode 2 en tungstène.

Comme susmentionné, l'association d'une électrode 2 en tungstène et d'un gaz non-oxydant permet d'accroître la résistance de l'électrode aux sollicitations de l'arc plasma 6, c'est-à-dire d'augmenter la durée de vie de l'électrode 2, grâce à une faible usure de celle-ci.

Cependant, la qualité de la coupe obtenue et/ou la vitesse de coupe ne peuvent être considérées comme réellement satisfaisantes, en particulier lors de la découpe d'un acier de construction non-allié ou faiblement allié.

Par ailleurs, la figure 3 représente une torche à plasma bi-gaz, encore appelée torche double-flux, comprenant comme précédemment une électrode 2, une tuyère 10 munie d'un orifice 13 principal de sortie du jet de gaz principal 7 et séparée de l'électrode 2 par une

chambre à plasma 9 dans laquelle est introduite le gaz non-oxydant 3.

Selon la figure 3, la torche 1 comporte également une seconde tuyère ou buse formant manchon autour d'au moins une partie de la tuyère principale 10, au sein de laquelle une seconde tuyère 14 est pratiquée un orifice 19 coaxial de l'orifice 13 porté par la tuyère 10, de manière à permettre le passage du jet principal de gaz plasmagène 7, de l'arc électrique 6 et d'un gaz secondaire 4 introduit dans l'espace 15 séparant la tuyère principale 10 de la seconde tuyère 14.

Lorsque le gaz 3 et le gaz secondaire 4 sont de type non-oxydant, l'électrode 2 est en tungstène; la torche bi-gaz présente alors les inconvénients de la torche mono-gaz de la figure 2.

A l'inverse, lorsque le gaz plasmagène 3 et le gaz secondaire 4 sont de type oxydant, l'électrode 2 est alors en zirconium ou en hafnium.

Or, ainsi que susmentionné, la durée de vie d'une électrode 2 à insert émissif en hafnium ou zirconium peut être d'environ 4 à 10 fois inférieure à celle d'une électrode 2 en tungstène associée à un gaz non-oxydant, mais tend à présenter de meilleures performances en terme de qualité de coupe, en particulier lors d'une découpe d'acier de construction.

Les figures 4 et 5 représentent des schémas, en coupe longitudinale partielle, de l'extrémité active d'une torche à plasma 1 selon la présente invention dotée d'une électrode 2 en tungstène portée par un porte-électrode 17 en cuivre par exemple, ladite électrode étant refroidie par échange thermique avec un fluide de refroidissement amené par un tube plongeur 21.

Un gaz plasmagène 3 non-oxydant, tel de l'azote ou de l'argon, est introduit dans la chambre plasmagène 9 séparant l'électrode 2 de la tuyère principale 10, puis

est éjecté par l'orifice principal 13 de sortie du jet principal plasmagène 7 et de l'arc électrique 6.

Selon le mode de réalisation de la figure 4, la tuyère principale 10 comprend une première paroi 23 interne et une deuxième paroi 24 externe délimitant un espace intra-tuyère 25 dans lequel chemine un gaz oxydant 4, tel de l'oxygène ou de l'air.

Cet espace intra-tuyère 25 débouche en aval de l'orifice 13 de la tuyère principale 10, de manière à permettre un mélange au moins partiel du jet 7 de gaz plasmagène non-oxydant ionisé avec le gaz oxydant 4.

En d'autres termes, cet espace intra-tuyère 25 canalise le gaz oxydant 4 vers la colonne formée par le gaz plasmagène ionisé 7 et l'arc électrique 6.

En procédant ainsi, on obtient un jet plasmagène formé d'un mélange de gaz oxydant et de gaz non-oxydant présentant de bonnes performances de coupe et on évite, en outre, toute entrée néfaste de gaz oxydant, tel l'oxygène, au sein de la chambre plasmagène 9, c'est-à-dire tout contact entre le gaz oxydant 4 et l'électrode 2 en tungstène.

La figure 5 est analogue à la figure 4, mais représente cette fois un mode de réalisation selon lequel, l'espace intra-tuyère 25 véhiculant et canalisant le gaz oxydant 4 est délimité, d'une part, par une première paroi 23 portée par l'électrode 2 et, d'autre part, une deuxième paroi 24 externe constituée par la tuyère principale 10.

Comme précédemment, la distribution de gaz oxydant est réalisée en aval de l'orifice principal 13 de la tuyère principale et vers la colonne 6, 7 de jet plasmagène composé du gaz plasmagène non-oxydant 7 ionisé au sein de la chambre à plasma 9 et de l'arc électrique 6 prenant racine sur ou à proximité de l'électrode 2 en tungstène.

De manière générale, les modes de réalisation représentés sur les figures 4 et 5 exploitent les avantages des torches à gaz plasma non-oxydant, à savoir une durée de vie élevée de l'électrode 2 en tungstène, et
5 des torches à gaz oxydant, à savoir l'obtention de performances notamment de qualité et de vitesse de coupe élevée, en particulier lors du coupage des aciers de construction non-alliés ou faiblement alliés.

En d'autres termes, la présente invention permet de
10 séparer, d'une part, les fonctions de génération de l'arc et de stabilisation de la racine cathodique dudit arc électrique et, d'autre part, de génération du processus de coupage du matériau.

Toutefois, afin de garantir la longévité ou durée de
15 vie de l'électrode 2 en tungstène, il convient d'éviter tout contact direct entre le flux de gaz oxydant 4 et ladite électrode 2.

Pour ce faire, on veille à ce que le rapport des débits de gaz plasmagène non-oxydant 3 et de gaz oxydant
20 4 soient tels que la quantité de gaz non-oxydant soit suffisamment faible par rapport à la quantité de gaz oxydant pour ne pas pénaliser les performances de coupe, étant donné que le gaz utile permettant de garantir lesdites performances de découpe est principalement le
25 gaz oxydant.

On choisit et on dimensionne alors les sites d'injection du gaz non-oxydant 3 et du gaz oxydant 4 et les sections des passages desdits gaz dans la chambre plasmagène 9 et l'espace intra-tuyère 25, respectivement,
30 de manière à limiter le débit de gaz non-oxydant 3 et à favoriser le débit dudit gaz oxydant 4.

Pour un mode de réalisation de tuyère 10 à deux étages, tel que représenté sur la figure 4, il convient alors de limiter, pour le premier étage, la section de
35 passage et la longueur du canal d'éjection de l'orifice principal 13 au maximum admissible mais en prenant garde

- d'éviter une destruction dudit canal d'éjection de l'orifice principal 13 par des arcs électriques parasites, alors que, pour le deuxième étage, on choisit une grande section de passage de la colonne de gaz
- 5 plasmagène et du flux de gaz oxydant, de manière à obtenir un débit suffisant pour évacuer le métal fondu et éviter les bavures sur la pièce à découper; le premier étage étant délimité par la première paroi 23 et le second étage étant délimité par la seconde paroi 24.
- 10 La constriction de l'arc électrique est alors assurée par une proportion choisie entre la section et la longueur du canal d'éjection, d'où il résulte une bonne qualité de coupe et une absence ou une quasi-absence d'arc électrique parasite.
- 15 En outre, la torche à plasma selon l'invention permet d'obtenir un jet de gaz plasmagène formé par un mélange gazeux en proportion choisie mais en s'affranchissant de l'utilisation de tout mélangeur de gaz.
- 20 En outre, une torche à plasma selon l'invention permet de pratiquer une découpe sous gaz oxydant, tel l'oxygène, sans limitation de l'intensité du courant de l'arc électrique mis en oeuvre, c'est-à-dire en permettant de travailler sous des intensités de courant
- 25 de coupe plus élevées que dans des conditions classiques, par exemple pour des intensités de courant supérieures à 300 A, voire même supérieures à 450 A, et ce, sans pénaliser la productivité du procédé ce qui permet de découper des tôles d'acier ayant une épaisseur pouvant
- 30 atteindre de 25 à 100 mm par exemple.
- La torche à plasma à arc électrique transférée selon la présente invention peut être de type manuel ou automatique, et être appliquée à toute opération de coupage, soudage, marquage ou projection plasma.
- 35 En outre, on utilise, de préférence, un gaz non-oxydant contenant une faible proportion d'impuretés de

type oxygène et/ou vapeur d'eau, de manière à éviter une usure ou une détérioration de l'électrode en tungstène par lesdites impuretés. Avantageusement, le gaz non-oxydant contient moins de 20 ppm d'oxygène et moins de 5 80 ppm de vapeur d'eau, tant qu'impuretés. Le maintien d'une faible teneur en impuretés dudit gaz non-oxydant peut être effectué grâce à l'emploi de gaz non-oxydant de pureté suffisante pour garantir lesdites teneurs et/ou grâce à la mise en oeuvre d'une étanchéité suffisante des 10 matériels (conduites d'alimentation, torche..) et/ou à l'agencement sur les moyens d'alimentation en gaz non-oxydant de moyens de purification permettant d'éliminer lesdites impuretés H₂O et/ou O₂.

Revendications

1. Procédé de travail à l'arc électrique mettant en oeuvre une torche comprenant une électrode en tungstène et une tuyère principale munie d'un orifice principal de sortie du gaz, dans lequel :
- on alimente ladite torche avec au moins un gaz non-oxydant, ledit gaz non-oxydant venant au contact direct d'au moins une partie de l'électrode en tungstène,
 - on forme au moins un jet principal de gaz non-oxydant contenant au moins une partie dudit gaz non-oxydant à l'état ionisé et l'arc électrique, ledit jet principal de gaz non-oxydant sortant par ledit orifice principal de ladite tuyère principale,
 - on alimente, en aval de l'orifice principal de sortie de ladite tuyère principale, ledit jet principal de gaz non-oxydant avec au moins un flux d'au moins un gaz oxydant, de manière à obtenir un jet total de gaz contenant un mélange au moins partiel dudit gaz non-oxydant et dudit gaz oxydant.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on ajuste les proportions dudit gaz oxydant et dudit gaz non-oxydant de manière à empêcher toute entrée de gaz oxydant ou d'air ambiant dans ladite tuyère principale.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on ajuste les proportions dudit gaz oxydant et dudit gaz non-oxydant, de manière à obtenir des bords de coupe de la pièce à découper sensiblement exempts de bavure.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on ajuste les proportions de gaz oxydant et de gaz non-oxydant en agissant sur au moins un paramètre choisi parmi le site d'injection du gaz oxydant, le site d'injection du gaz non-oxydant, la pression du gaz oxydant, la pression du gaz non-oxydant, le débit du gaz oxydant et le débit du gaz non-oxydant.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le gaz non-oxydant est choisi parmi l'azote, l'argon, l'hélium, l'hydrogène et leurs mélanges.

5 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le gaz oxydant est choisi parmi l'oxygène, l'air, l'ozone, le dioxyde de carbone et leurs mélanges.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il est choisi parmi les procédés de
10 coupage plasma, soudage plasma, marquage plasma, rechargement plasma et de projection plasma ou les procédés de soudage TIG.

8. Torche (1) comprenant:

15 - une électrode (2) en tungstène,
- des moyens d'alimentation en gaz non-oxydant (3),
- des moyens d'alimentation en gaz oxydant (4),
- des moyens (9, 23) permettant de former un jet (7)
principal de gaz contenant au moins une partie dudit gaz
20 plasmagène non-oxydant (3) et ledit arc électrique (6),
- une tuyère principale (10) munie d'un orifice (13)
principal de sortie dudit jet principal (7) de gaz
plasmagène,

- des moyens de distribution (24, 25) permettant
25 d'alimenter, en aval de l'orifice (13) principal de
sortie de ladite tuyère principale (10), ledit jet
principal (7) de gaz non-oxydant avec au moins un gaz
oxydant (4), de manière à obtenir un jet total (4') de
gaz plasmagène contenant un mélange au moins partiel
30 dudit gaz non-oxydant (3) et dudit gaz oxydant (4).

9. Torche selon la revendication 8, caractérisée en
ce qu'elle comporte une seconde tuyère (14) comprenant un
second orifice (19) de sortie de gaz, lesdits orifice
principal (13) et second orifice (19) étant coaxiaux.

35 10. Utilisation d'une torche à plasma (1) selon
l'une des revendications 8 ou 9 pour le coupage d'une

pièce en acier, telle une pièce en acier de construction
non-allié ou faiblement allié.

1/4

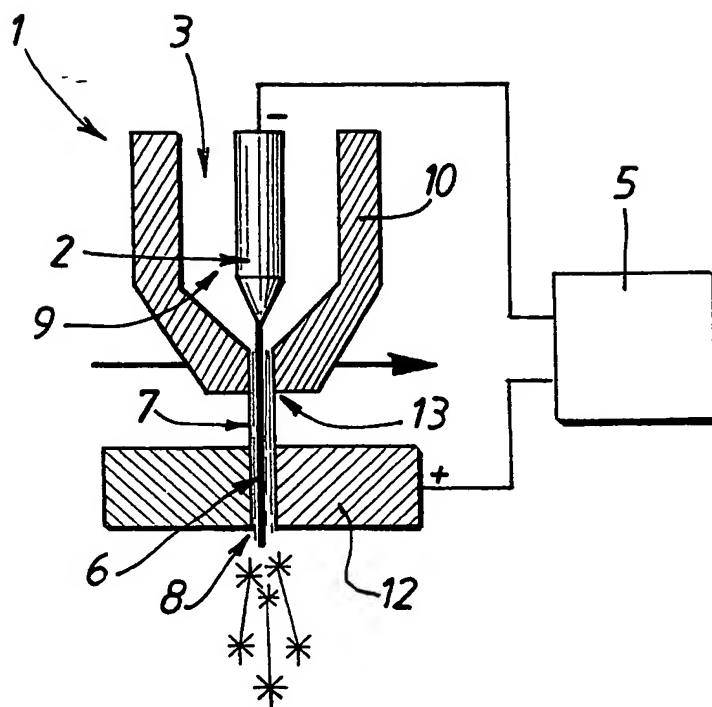


FIG.1

2/4

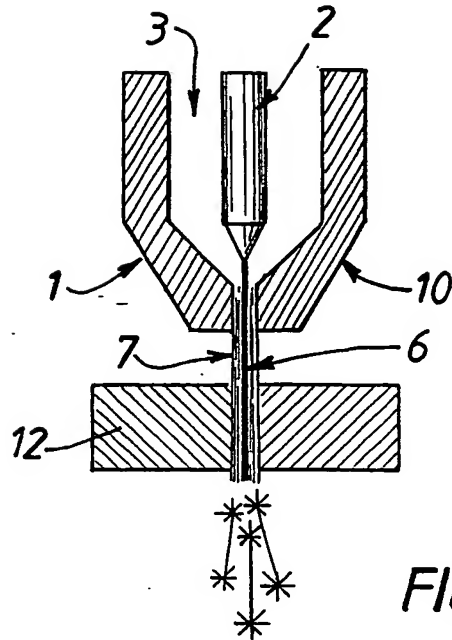


FIG. 2

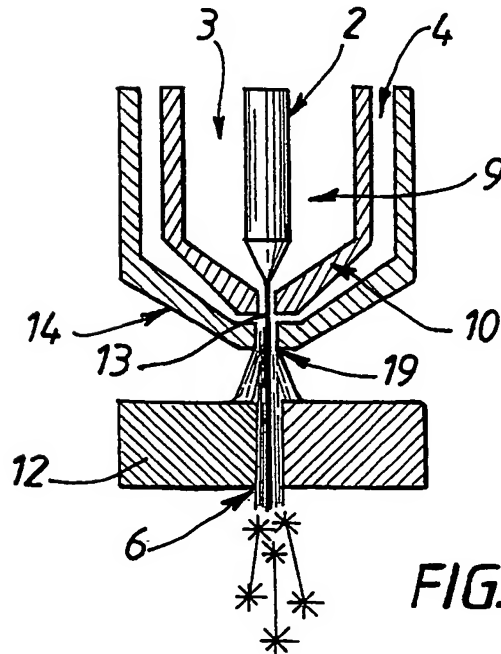
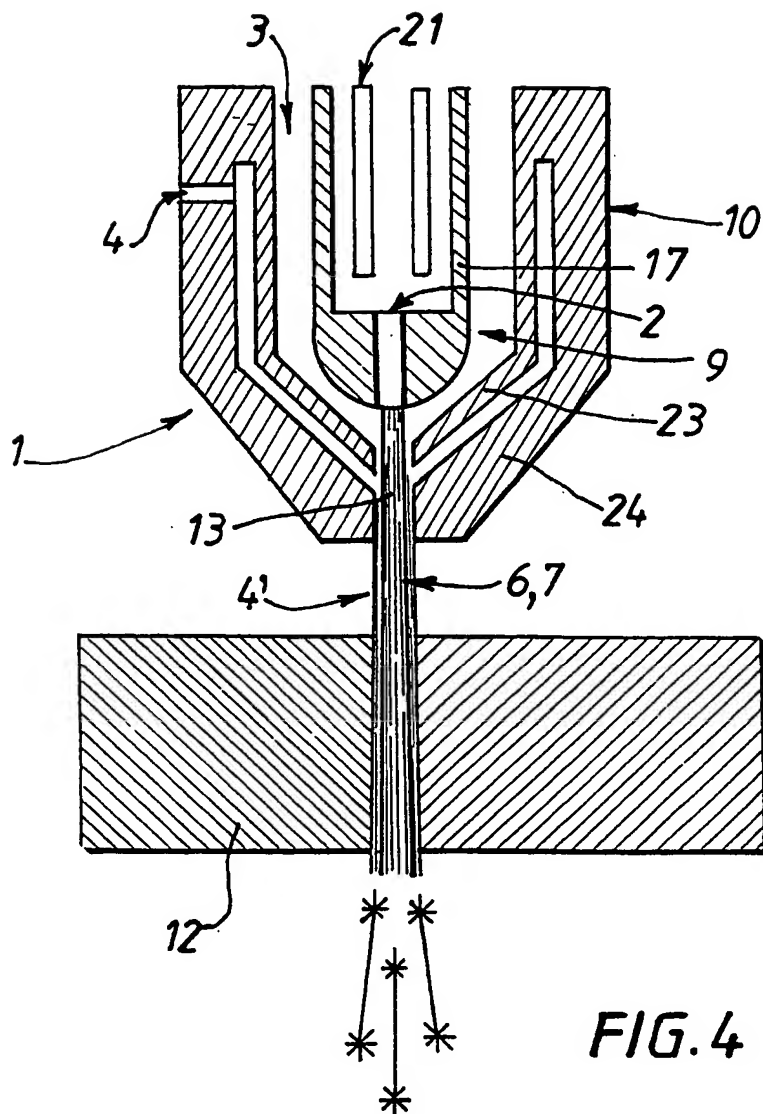
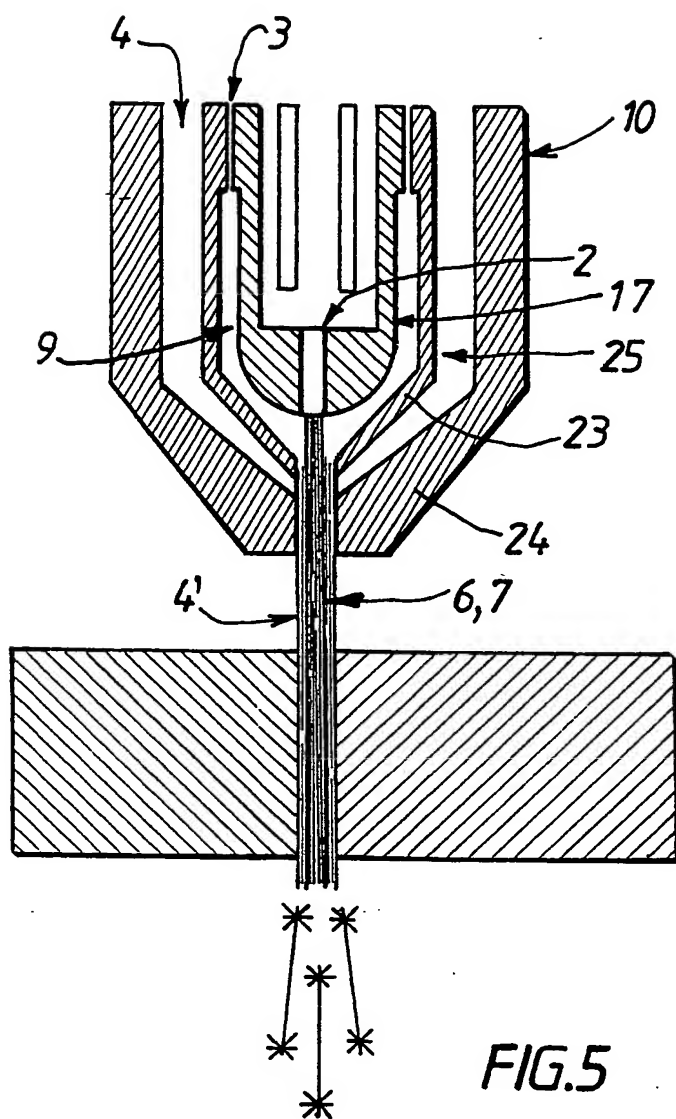


FIG. 3

3/4



4 / 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 99/00791

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H05H1/34 B23K10/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H05H B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3 575 568 A (HARUO TATENO) 20 April 1971 cited in the application see column 4, line 30 - column 5, line 68, paragraph 1; figure 4A ----	1,5-10
Y	US 5 695 662 A (COUCH, JR. ET AL.) 9 December 1997 see column 9, paragraph 1; figure 3A ----	1,5-10
A	EP 0 444 344 A (ESAB WELDING PRODUCTS, INC.) 4 September 1991 abstract see figure 1 -----	8

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 June 1999

Date of mailing of the international search report

05/07/1999

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Herbreteau, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 99/00791

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3575568 A	20-04-1971	CH 490154 A DE 1765564 A GB 1227179 A	15-05-1970 08-06-1972 07-04-1971
US 5695662 A	09-12-1997	US 5591357 A US 5166494 A US 5070227 A US 5120930 A US 4861962 A AU 669313 B AU 1365095 A AU 660021 B AU 1772592 A AU 678730 B AU 3456795 A AU 642497 B AU 7781491 A CA 2081459 A CA 2108121 A DE 69124505 D DE 69124505 T DE 69229006 D EP 0526560 A EP 0697935 A EP 0794697 A JP 6500956 T JP 6508793 T WO 9116166 A WO 9218282 A US 5396043 A AU 644175 B AU 7853091 A CA 2081458 A DE 69126527 D DE 69126527 T EP 0526562 A EP 0790756 A WO 9116165 A AU 654949 B AU 7577991 A CA 2081457 A DE 69125934 D DE 69125934 T EP 0524970 A WO 9116164 A US 5170033 A AU 644807 B AU 6162390 A CA 2065025 A,C DE 69014304 D DE 69032704 D DE 69032704 T EP 0487573 A EP 0585977 A	07-01-1997 24-11-1992 03-12-1991 09-06-1992 29-08-1989 30-05-1996 18-05-1995 08-06-1995 17-11-1992 05-06-1997 25-01-1996 21-10-1993 11-11-1991 25-10-1991 13-10-1992 13-03-1997 22-05-1997 27-05-1999 10-02-1993 28-02-1996 10-09-1997 27-01-1994 06-10-1994 31-10-1991 29-10-1997 07-03-1995 02-12-1993 11-11-1991 25-10-1991 17-07-1997 25-09-1997 10-02-1993 20-08-1997 31-10-1991 01-12-1994 11-11-1991 25-10-1991 05-06-1997 13-11-1997 03-02-1993 31-10-1991 08-12-1992 23-12-1993 03-04-1991 18-02-1991 05-01-1995 19-11-1998 20-05-1999 03-06-1992 09-03-1994
EP 0444344 A	04-09-1991	US 5017752 A AT 121257 T AU 624051 B	21-05-1991 15-04-1995 28-05-1992

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 99/00791

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0444344 A		AU 6130690 A	05-09-1991
		CA 2023991 C	23-05-1995
		CN 1054698 A,B	18-09-1991
		CS 9004277 A	16-09-1992
		DE 69018611 D	18-05-1995
		DE 69018611 T	23-11-1995
		DK 444344 T	28-08-1995
		FI 904183 A	03-09-1991
		JP 3258464 A	18-11-1991
<hr/>			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Der e Internationale No
PCT/FR 99/00791

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 6 H05H1/34 B23K10/00		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 6 H05H B23K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 3 575 568 A (HARUO TATENO) 20 avril 1971 cité dans la demande voir colonne 4, ligne 30 - colonne 5, ligne 68, alinéa 1; figure 4A ---	1,5-10
Y	US 5 695 662 A (COUCH, JR. ET AL.) 9 décembre 1997 voir colonne 9, alinéa 1; figure 3A ---	1,5-10
A	EP 0 444 344 A (ESAB WELDING PRODUCTS, INC.) 4 septembre 1991 abrégé voir figure 1 -----	8
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "Z" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 28 juin 1999		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 05/07/1999
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Herbreteau, D

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Der e internationale No

PCT/FR 99/00791

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3575568 A	20-04-1971	CH 490154 A DE 1765564 A GB 1227179 A	15-05-1970 08-06-1972 07-04-1971
US 5695662 A	09-12-1997	US 5591357 A US 5166494 A US 5070227 A US 5120930 A US 4861962 A AU 669313 B AU 1365095 A AU 660021 B AU 1772592 A AU 678730 B AU 3456795 A AU 642497 B AU 7781491 A CA 2081459 A CA 2108121 A DE 69124505 D DE 69124505 T DE 69229006 D EP 0526560 A EP 0697935 A EP 0794697 A JP 6500956 T JP 6508793 T WO 9116166 A WO 9218282 A US 5396043 A AU 644175 B AU 7853091 A CA 2081458 A DE 69126527 D DE 69126527 T EP 0526562 A EP 0790756 A WO 9116165 A AU 654949 B AU 7577991 A CA 2081457 A DE 69125934 D DE 69125934 T EP 0524970 A WO 9116164 A US 5170033 A AU 644807 B AU 6162390 A CA 2065025 A,C DE 69014304 D DE 69032704 D DE 69032704 T EP 0487573 A EP 0585977 A	07-01-1997 24-11-1992 03-12-1991 09-06-1992 29-08-1989 30-05-1996 18-05-1995 08-06-1995 17-11-1992 05-06-1997 25-01-1996 21-10-1993 11-11-1991 25-10-1991 13-10-1992 13-03-1997 22-05-1997 27-05-1999 10-02-1993 28-02-1996 10-09-1997 27-01-1994 06-10-1994 31-10-1991 29-10-1997 07-03-1995 02-12-1993 11-11-1991 25-10-1991 17-07-1997 25-09-1997 10-02-1993 20-08-1997 31-10-1991 01-12-1994 11-11-1991 25-10-1991 05-06-1997 13-11-1997 03-02-1993 31-10-1991 08-12-1992 23-12-1993 03-04-1991 18-02-1991 05-01-1995 19-11-1998 20-05-1999 03-06-1992 09-03-1994
EP 0444344 A	04-09-1991	US 5017752 A AT 121257 T AU 624051 B	21-05-1991 15-04-1995 28-05-1992

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Der e Internationale No

PCT/FR 99/00791

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0444344 A		AU 6130690 A	05-09-1991
		CA 2023991 C	23-05-1995
		CN 1054698 A,B	18-09-1991
		CS 9004277 A	16-09-1992
		DE 69018611 D	18-05-1995
		DE 69018611 T	23-11-1995
		DK 444344 T	28-08-1995
		FI 904183 A	03-09-1991
		JP 3258464 A	18-11-1991
